

BEST AVAILABLE COPY



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 51 474.0

Anmeldetag: 04. November 2003

Anmelder/Inhaber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt eV,
53175 Bonn/DE
(vormals: 51147 Köln/DE)

Bezeichnung: Parabolrinnenkollektor

IPC: F 24 J 2/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Februar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

Patentanwälte Patent Attorneys
VON KREISLER SELTING WERNER

Deichmannhaus am Dom
D-50667 KÖLN

von Kreisler Selting Werner · Postfach 102241 · D-50462 Köln
P.O. Box

Deutsches Zentrum für
Luft- und Raumfahrt e.V.
Linder Höhe

51147 Köln

Unser Zeichen:
032298de/Sg/if

Patentanwälte
Dipl.-Chem. Alek von Kreisler
Dipl.-Ing. Günther Selting
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Karsten Werner
Dipl.-Chem. Dr. Johann F. Fues
Dipl.-Ing. Georg Dallmeyer
Dipl.-Ing. Jochen Hilleringmann
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Peter Jönsson
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Wilhelm Meyers
Dipl.-Chem. Dr. Thomas Weber
Dipl.-Chem. Dr. Jörg Helbing
Dipl.-Ing. Alexander von Kirschbaum
Dipl.-Chem. Dr. Christoph Schreiber

Köln,
3. November 2003

Parabolrinnenkollektor

Die Erfindung betrifft einen Parabolrinnenkollektor mit einem an Stützen befestigten Absorberrohr, einem Solarstrahlung auf das Absorberrohr fokussierenden Parabolreflektor und mehreren das Absorberrohr umgebenden strahlungsdurchlässigen Hüllrohren, wobei in Verbindungsbereichen zwischen den Hüllrohren Ausgleichsstücke für den Längenausgleich vorgesehen sind.

Kommerzielle solare Hochtemperatur-Parabolrinnenkollektoren weisen starke optische Verluste an den Verbindungsbereichen der aus Glas bestehenden Hüllrohre auf. In den Verbindungsbereichen, in denen die Stützen an den Absorberrohren angreifen, sind die Hüllrohre unterbrochen, so

dass diese Längenbereiche für die Energieabsorption nicht zur Verfügung stehen. Einaxial der Sonne nachgeführte Parabolrinnenkollektoren konzentrieren die eingestrahelte Solarenergie auf eine Brennnlinie. In dieser verläuft ein Absorberrohrstrang, welcher durch ein Wärmeübertragungsmedium, in der Regel Thermoöl oder Wasser, durchflossen wird. Ein Großteil der konzentrierten Solarstrahlung wird durch den Absorberrohrstrang in Wärmeenergie umgewandelt und an das Wärmeübertragungsmedium abgegeben. Um thermische Konvektionsverluste im Hochtemperaturbereich zu vermeiden, ist das heiße selektiv beschichtete Absorberrohr durch ein aus Glas bestehendes Hüllrohr umgeben, und der Zwischenraum zwischen Hüllrohr und Absorberrohr ist evakuiert. Aus Statik- und Festigkeitsgründen besteht der Absorberrohrstrang aus einer Vielzahl von Rohrstücken, die hintereinander angeordnet und miteinander verschweißt werden. An den Verbindungsbereichen greifen Metallstützen an, um das Absorberrohr in der Brennnlinie des Parabolrinnenkollektors zu halten. Im bestrahlten Zustand dehnt sich das heiße Absorberrohr stärker als das kühlere Hüllrohr aus. Aus diesem Grund sind bei kommerziellen Absorberrohren Ausgleichsstücke zwischen den Hüllrohren vorgesehen. Diese Ausgleichsstücke bestehen in der Regel aus Metallbalgen, welche die Distanz zwischen den Hüllrohren überbrücken und unterschiedliche Längenausdehnungen kompensieren. Die Ausgleichsstücke werden durch Aluminiumbleche von der konzentrierten Solarstrahlung abgeschattet, um vor allem die Glas-Metall-Schweißverbindungen vor zu hohen Temperaturgradienten zu schützen.

Kommerzielle solare Hochtemperatur-Parabolrinnenkollektoren weisen an den Absorberrohr-Verbindungsbereichen starke optische Verluste auf. Wegen der Notwendigkeit von flexiblen Glas-Metallübergängen und des Platzbedarfs der Stützen können die

Verbindungsbereiche nicht als aktive Absorberrohroberfläche ausgeführt werden, und die ankommende konzentrierte Solarstrahlung kann nicht vom System aufgenommen werden. Durch diesen inaktiven Bereich gehen etwa 5 bis 6 % der von den Parabolspiegeln reflektierten Strahlung verloren. Eine Nutzung der im inaktiven Bereich eingestrahltten Strahlung erscheint wegen des sich ständig verändernden solaren Einfallswinkels sehr kompliziert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Parabolrinnenkollektor mit verbesserter Ausnutzung der einfallenden Strahlungsenergie zu schaffen.

Der erfindungsgemäße Parabolrinnenkollektor weist die Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Hiernach ist in den Verbindungsbereichen ein die Hüllrohre umgebender Spiegelkragen mit einer sich ganz oder teilweise um den Umfang der Hüllrohre erstreckenden Konusform angeordnet.

Der Spiegelkragen bildet einen Sekundärreflektor, der die konzentrierte Solarstrahlung vom Verbindungsbereich in den Bereich aktiver Absorberrohrfläche reflektiert. Der ganz oder teilweise umlaufende Spiegelkragen hat die Fähigkeit, die aus verschiedenen Richtungen von den Parabolspiegeln kommende konzentrierte Solarstrahlung auch bei verschiedenen Sonneneinfallswinkeln auf die aktive Absorberrohrfläche zu reflektieren. Durch den Spiegelkragen wird zwar ein Teil der Absorberrohrlänge überdeckt, jedoch wird die auf diesen Teil treffende Solarstrahlung durch Sekundärreflektion in den absorbierenden Längenbereich des Absorberrohres geleitet.

Die Konusform des Spiegelkragens bedeutet, dass der Durchmesser des Spiegelkragens sich in Längsrichtung des Absorberrohres

verringert bzw. der Spiegelkragen sich in einer bestimmten Richtung verjüngt. Diese Verjüngung kann kegelförmig sein, jedoch auch von einer Kegelform abweichen, und beispielsweise leicht konkav oder konvex geformt sein.

Es ist auch nicht erforderlich, dass der Spiegelkragen sich über den gesamten Umfang des Hüllrohres bzw. des Absorberrohres erstreckt. Er muss nur den Bereich abdecken, der für den Sonneneinfall in Betracht kommt und aus diesem Bereich die Strahlung auf das angrenzende Hüllrohr bzw. durch dieses Hüllrohr hindurch auf das Absorberrohr lenken.

Der Spiegelkragen kann zwei gegeneinander gesetzte gegensinnige Konusflächen aufweisen. In diesem Fall wird auftreffende Strahlung entweder nach entgegengesetzten Seiten des Absorberrohres reflektiert, oder ein Teil der Strahlung trifft den Spiegelkragen und ein anderer Teil geht an dem Spiegelkragen vorbei. Die beiden Konusflächen können unterschiedliche Konuswinkel haben. Auf der nördlichen Halbkugel hat vorzugsweise die nach Süden gerichtete Konusfläche den größeren Konuswinkel, während die nach Norden gerichtete Konusfläche einen kleineren Konuswinkel hat. Der Konuswinkel gibt die Steilheit der Konusfläche in Bezug auf die Achse des Absorberrohres an.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Spiegelkragen die Ausgleichsstücke in Längsrichtung der Hüllrohre ganz oder teilweise überdecken. Hierbei bildet der Spiegelkragen nicht nur einen Reflektor, sondern auch eine Art Schutzgehäuse für den Verbindungsbereich und die darin enthaltenen Ausgleichsstücke.

Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Die Beschreibung spezieller Ausführungsbeispiele beschränkt nicht den Schutzbereich der Erfindung. Dieser wird vielmehr durch die Patentansprüche und deren Äquivalente bestimmt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Parabolrinnenkollektors,
- Fig. 2 eine Darstellung der Einzelheit II aus Fig. 1 zur Verdeutlichung der Konstruktion des Verbindungsbereiches mit einem umlaufenden Spiegelkragen,
- Fig. 3 eine Ausführungsform mit einem halbkreisförmigen Spiegelkragen,
- Fig. 4 eine Ausführungsform mit einem halbkreisförmigen dualen Spiegelkragen,
- Fig. 5, 6 unterschiedliche Situationen des Strahlungseinfalls und 7 bei dem Spiegelkragen der Fig. 4, und
- Fig. 8 eine Zeichnung mit Angabe der verschiedenen Längen und Winkel.

In Fig. 1 ist ein Parabolrinnenkollektor 10 dargestellt, der einen langgestreckten Parabolreflektor 11 von parabelförmigem Profil aufweist. Der Parabolreflektor 11 ist mit einer aus einem Fachwerk bestehenden Tragstruktur 12 versehen. Längs der

Brennlinie des Parabolreflektors 11 erstreckt sich ein Absorberrohr 13, das an Stützen 14 befestigt ist, welche mit dem Parabolreflektor verbunden sind. Der Parabolreflektor bildet also mit den Stützen 14 und dem Absorberrohr 13 eine Einheit, die um die Achse des Absorberrohres geschwenkt und dadurch dem Stand der Sonne S einachsigt nachgeführt wird. Die von der Sonne S einfallende parallele Solarstrahlung wird von dem Parabolreflektor 11 auf das Absorberrohr 13 fokussiert. Das Absorberrohr wird von einem Wärmeübertragungsmedium, z. B. Wasser oder Öl, durchflossen und durch die absorbierte Solarstrahlung erhitzt. Am Austrittsende des Absorberrohres kann das Wärmeübertragungsmedium entnommen und einem Wärmeaustauscher oder einem anderen Energieverbraucher zugeführt werden.

Fig. 2 zeigt das Absorberrohr 13, das aus mehreren Rohrabschnitten besteht und von Hüllrohren 15 aus Glas umgeben ist. Die Hüllrohre 15 dienen dazu, thermische Konvektionsverluste und Wärmestrahlungsverluste im Hochtemperaturbereich zu vermindern. Der Zwischenraum zwischen dem Absorberrohr 13 und dem Hüllrohr 15 ist evakuiert. Aus Statik- und Festigkeitsgründen besteht der Absorberrohrstrang aus einer Vielzahl von Absorberrohren, die miteinander verbunden sind. An den Verbindungsstellen 16 greifen jeweils die Stützen 14 an. Die Verbindungsstellen 16 sind daher nicht von dem Hüllrohr 15 bedeckt. Im bestrahlten Zustand dehnt sich das heiße Absorberrohr 13 stärker aus als das kühlere Hüllrohr 15. Aus diesem Grund sind Ausgleichsstücke 17 in Form eines Metallbalges an den Absorberrohrenden eingeschweißt. Die Ausgleichsstücke 17 gewährleisten einen flexiblen Metall-Glasübergang, um so die verschiedenen Längenausdehnungen zu kompensieren.

Erfindungsgemäß ist in dem Verbindungsbereich zwischen zwei benachbarten Hüllrohren 15 ein das Absorberrohr bzw. das Hüllrohr umgebender Spiegelkragen 20 angeordnet, der bei diesem Ausführungsbeispiel eine um 360° umlaufende Kegelstumpfform hat. Der Spiegelkragen ist außen verspiegelt. Er weist ein breites Konusende 20a großen Durchmessers und gegenüberliegend ein schmales Konusende 20b kleineren Durchmessers auf. Der Durchmesser des Konusendes 20b ist gleich dem Außendurchmesser des Hüllrohrs 15. Der Spiegelkragen 20 schließt sich an das Ende des Hüllrohrs 15 an, und er bedeckt den Verbindungsbereich zum benachbarten Hüllrohr 15 auf mindestens einem Teil der Rohrlänge. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Ausgleichsstück 17 in dem von dem Spiegelkragen umschlossenen Hohlraum enthalten. Ein zweiter (nicht dargestellter) Spiegelkragen kann sich jenseits der Verbindungsstelle 16 befinden und den anderen Faltenbalg 17 bedecken. Die beiden Spiegelkragen sind dann mit ihren großen Enden 20a einander zugewandt. Dazwischen befindet sich die Stütze 14.

Die Spiegelkragen haben die Wirkung, dass die einfallende Sonnenstrahlung SR an der konischen Spiegelfläche reflektiert und auf das angrenzende Absorberrohr 13 geworfen wird. Man erkennt, dass die dem Verbindungsbereich zwischen den Rohren auftreffende Solarstrahlung SR durch den Spiegelkragen 20 auf den exponierten Bereich des Absorberrohres 13 umgelenkt wird und durch das Hüllrohr 15 hindurch zum Absorberrohr gelangt. Auf diese Weise wird die Energieausbeute des Parabolrinnenkollektors verbessert.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Spiegelkragen 20 sich nur etwa um die Hälfte des Umfangs des Hüllrohrs 15 erstreckt und einen etwa halbkreisförmigen kegelförmigen

Bereich 21 aufweist, dessen Enden durch einen ebenfalls etwa halbkreisförmigen flachen Bereich 22 verbunden sind, so dass von den Bereichen 21 und 22 das Hüllrohr 15 um 360° umfangen wird. Der kegelförmige Bereich 21 weist eine verspiegelte Reflektionsfläche 23 auf, die die Sonnenstrahlung SR auf den angrenzenden Bereich des Absorberrohres 13 umlenkt. In Fig. 3 ist die Stütze 14 erkennbar, die das Absorberrohr 13 hält. Beidseitig der Stütze 14 sind die Ausgleichsstücke 17 angeordnet, von denen in Fig. 3 nur eines sichtbar ist, während das andere von dem Spiegelkragen 20 verdeckt ist. Im fertigen Zustand sind zwei Spiegelkragen 20 vorhanden, von denen jeder eines der Ausgleichsstücke bedeckt. Zwischen den beiden Spiegelkragen befindet sich eine thermische Isolierung 25.

In der Praxis werden Solarkollektoren hauptsächlich in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet und axial der Sonne von Osten nach Westen nachgeführt, um den maximalen jährlichen Ertrag zu erzielen. Zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten ergeben sich standortabhängig unterschiedliche Einfallswinkel aus nördlicher bzw. südlicher Richtung. Die Figuren 4 - 7 zeigen das Strahlungsverhalten eines Nord-Süd ausgerichteten Parabolrinnenkollektors bei unterschiedlichen Einfallswinkeln für einen Standort in Südeuropa.

Dem Ausführungsbeispiel der Figuren 4 - 7 liegt ein Spiegelkragen 20 zugrunde, der einen ersten Kegel 21 und einen zweiten Kegel 24 aufweist, welche mit ihren großen Enden Rücken an Rücken gegeneinander gesetzt sind. Die beiden Kegel 21 und 24 sind Halbkegel, die sich um den halben Umfang erstrecken. Ein Bereich 22 verbindet die Enden jedes Halbkegels. Der doppelte Spiegelkragen nach Fig. 4 erstreckt sich über den gesamten Verbindungsbereich, so dass er beide Ausgleichsstücke 17 überdeckt.

Der Sachverhalt, dass im Idealfall auch bei verschiedenen Einfallswinkeln die gesamte aus verschiedenen Richtungen von den Parabolspiegeln kommende konzentrierte Strahlung auf die Brennnlinie trifft, hat zur Folge, dass auch bei verschiedenen Einfallswinkeln am Absorberrohr ein sternförmiger und daher rotationssymmetrischer Einstrahlungsfall vorliegt, dessen Rotationsachse mit der Brennnlinie im Absorberrohr zusammenfällt. Da der Spiegelkragen im Prinzip rotationssymmetrisch zur Brennnlinie ausgeführt ist, ist der in den Figuren 4 - 7 eingezeichnete Strahlengang aus rotationssymmetrischen Gründen repräsentativ für alle anderen radial einfallenden Strahlengänge.

Fig. 4 zeigt das Strahlungsverhalten eines doppelt ausgeführten Spiegelkragens am Morgen und am Abend im Sommer. Die Solarstrahlung SR fällt steil von Norden her ein und trifft vornehmlich die nach Norden gewandte große Kegelfläche 21, von der sie auf das Absorberrohr reflektiert wird. In diesem Zustand hat die Kegelfläche 24 keine wesentliche Reflektionswirkung.

Fig. 5 zeigt das Strahlungsverhalten des Spiegelkragens über den Tag im Sommer. Im Sommer trifft die reflektierte Strahlung fast über den ganzen Tag senkrecht oder mit geringem Einfallswinkel auf. Beide Kegelflächen 21 und 24 wirken reflektierend.

Fig. 6 zeigt das Strahlungsverhalten eines doppelt ausgeführten Spiegelkragens im Herbst und Frühjahr. Die Strahlung kommt schräg aus südlicher Richtung und trifft beide Kegelflächen 21 und 24, die die Strahlung auf das Absorberrohr reflektieren.

Fig. 7 zeigt das Strahlungsverhalten eines doppelt ausgeführten Spiegelkragens 20 im Winter. Die Strahlung fällt mit geringem Einfallswinkel von Süden her ein, also im wesentlichen parallel zu der Kegelfläche 21. Die Strahlung trifft mit großem Einfallswinkel auf die Kegelfläche 24 und wird von dieser auf das Absorberrohr reflektiert.

Fig. 8 zeigt die Anstellwinkel des nördlichen und südlichen Spiegelkragens, die den lokalen Einfallswinkeln wie folgt angepasst werden.

Es bedeuten:

α_1 = Anstellwinkel des Nordspiegelkragens

α_2 = Anstellwinkel des Südspiegelkragens

φ = Sonneneinfallswinkel

β_1 = nördl. Absorberauftreffwinkel der vom Kragen refl.
Strahlung

β_2 = südl. Absorberauftreffwinkel der vom Kragen refl.
Strahlung

h = Kragenhöhe

L = Länge des Absorberrohrverbindungsstücks

Daraus ergeben sich gemäß Fig. 8 die folgenden Beziehungen:

$$\beta_1 = 2 \cdot \alpha_1 - 90^\circ + \varphi \quad (-20^\circ < \varphi < 90^\circ - \alpha_1) \quad (1)$$

$$\beta_2 = 2 \cdot \alpha_2 - 90^\circ - \varphi \quad (\alpha_2 - 90^\circ < \varphi < +60^\circ) \quad (2)$$

$$h = \frac{L}{\frac{1}{\tan(\alpha_1)} + \frac{1}{\tan(\alpha_2)}} \quad (3)$$

Für den Standort Südeuropa liegen die Einfallswinkel hauptsächlich zwischen $\varphi = -20^\circ$ und $\varphi = +60^\circ$. In diesem Intervall wird etwa 97 % der Solarenergie auf den Kollektor eingestrahlt. Berücksichtigt man einen Auftreffwinkel von etwa 10° für noch ausreichend bei extremen Einfallswinkeln, so ergibt sich nach den in Fig. 8 dargestellten Abhängigkeiten ein nördlicher Anstellwinkel von $\alpha_1 = 60^\circ$ und ein südlicher Anstellwinkel von $\alpha_2 = 80^\circ$ für den Spiegelkragen. In einem Parabolrinnenkraftwerk wird der Großteil der Solarenergie im Bereich von $\varphi = 10^\circ$ bis $\varphi = 20^\circ$ eingestrahlt. In diesem Bereich ergeben sich für die beschriebenen Anstellwinkel relativ große Auftreffwinkel von 50° bis 60° . Bei großen Auftreffwinkeln ist die Distanz zwischen dem Sekundärreflektor und dem aktiven Absorberrohr geringer und die Treffsicherheit des Sekundärreflektors größer.

Patentansprüche

1. Parabolrinnenkollektor mit einem an Stützen (14) befestigten Absorberrohr (13), einem Solarstrahlung auf das Absorberrohr fokussierenden Parabolreflektor (11) und mehreren das Absorberrohr (13) umgebenden strahlungsdurchlässigen Hüllrohren (15), wobei in Verbindungsbereichen zwischen den Hüllrohren (15) Ausgleichsstücke (17) für den Längenausgleich vorgesehen sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass in den Verbindungsbereichen ein das Absorberrohr (13) umgebender Spiegelkragen (20) mit einer sich ganz oder teilweise um den Umfang der Hüllrohre erstreckenden Konusform angeordnet ist.

2. Parabolrinnenkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegelkragen (20) aus zwei gegeneinander gesetzten gegensinnigen Konusflächen (21,24) besteht.
3. Parabolrinnenkollektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Konusflächen (21,24) unterschiedliche Konuswinkel haben.
4. Parabolrinnenkollektor nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelkragen (20) die Ausgleichsstücke (17) in Längsrichtung der Hüllrohre (15) ganz oder teilweise überdecken.

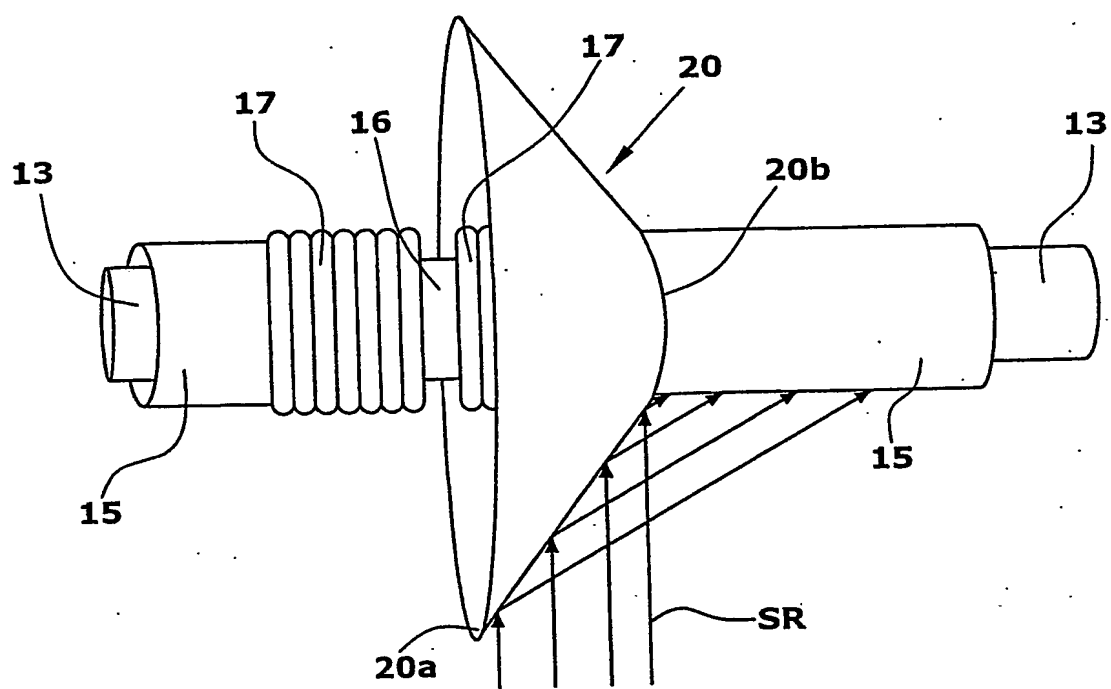
5. Parabolrinnenkollektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei gegeneinander gesetzte Spiegelkragen (20) einen Verbindungsbereich über seine gesamte Länge umhüllen.
6. Parabolrinnenkollektor nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegelkragen (20) sich um etwa die Hälfte des Umfangs des Hüllrohres (15) erstreckt.
7. Parabolrinnenkollektor nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Parabolreflektor (11) im Sonnenstand einachsrig nachgeführt ist.

Zusammenfassung

Parabolrinnenkollektor

Der Parabolrinnenkollektor weist ein Absorberrohr (13) auf, das durch Stützen abgestützt ist. Zwischen den Stützen befinden sich strahlungsdurchlässig Hüllrohre (15), die das Absorberrohr umgeben. Da das Absorberrohr (13) und die Hüllrohre (15) unterschiedliche Ausdehnungsverhalten haben, sind zwischen den Hüllrohre (15) Ausgleichsstücke (17) vorhanden. Um auch diejenige Strahlung einzufangen, die in dem Verbindungsbereich auftritt, ist ein Spiegelkragen (20) vorhanden, der die Solarstrahlung in den Bereich aktiver Absorberrohroberfläche reflektiert. Der Spiegelkragen (20) hat die Fähigkeit, die aus verschiedenen Richtungen von den Parabolspiegeln kommende konzentrierte Solarstrahlung auch bei verschiedenen Sonneneinfallswinkeln auf die aktive Absorberoberfläche zu reflektierten.

(Fig. 2)



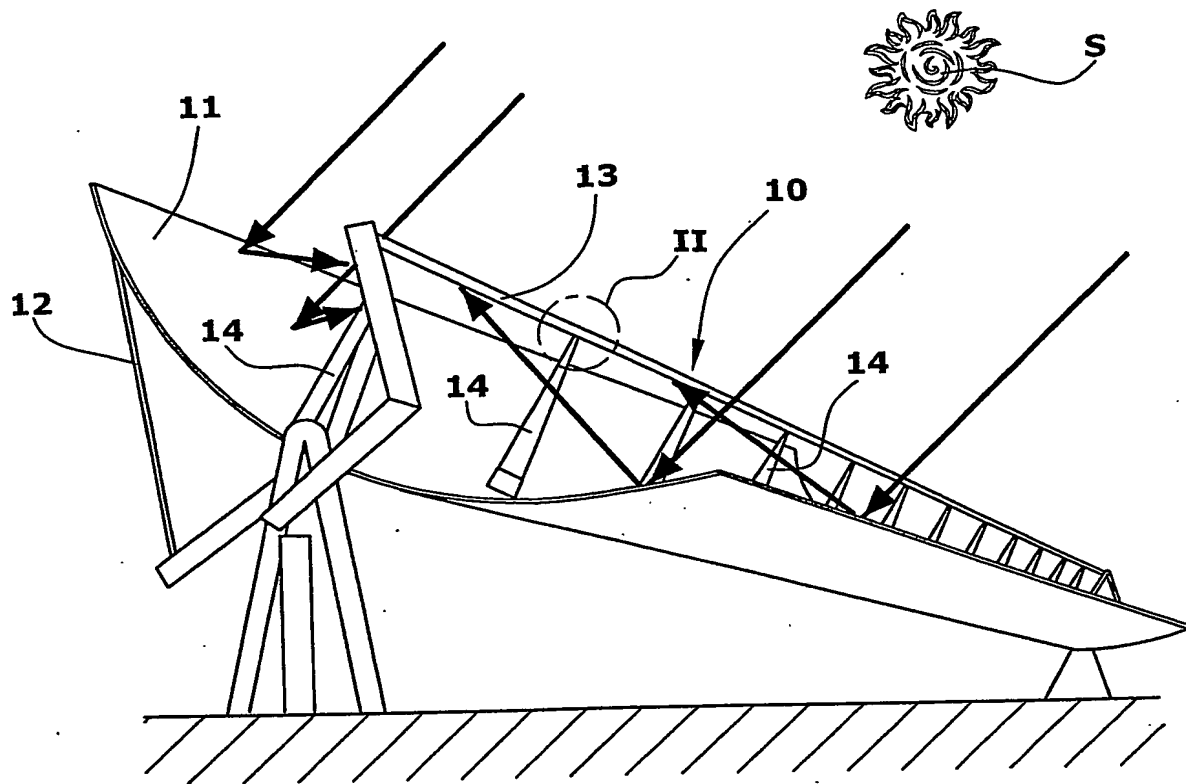


Fig.1

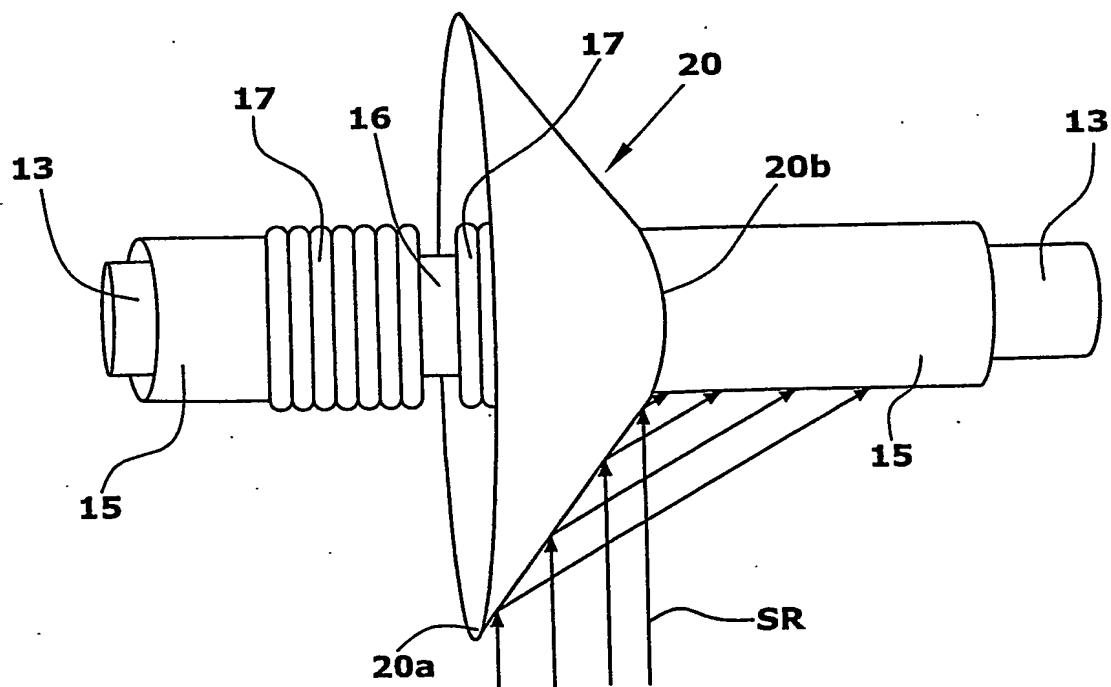
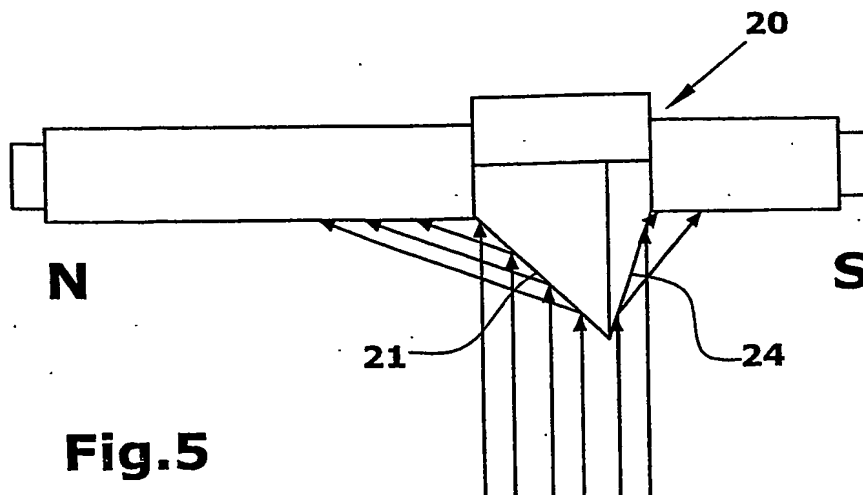
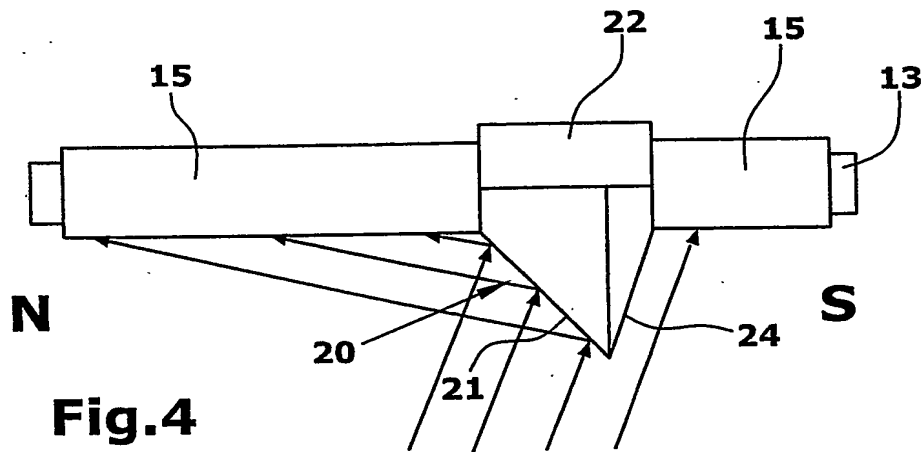
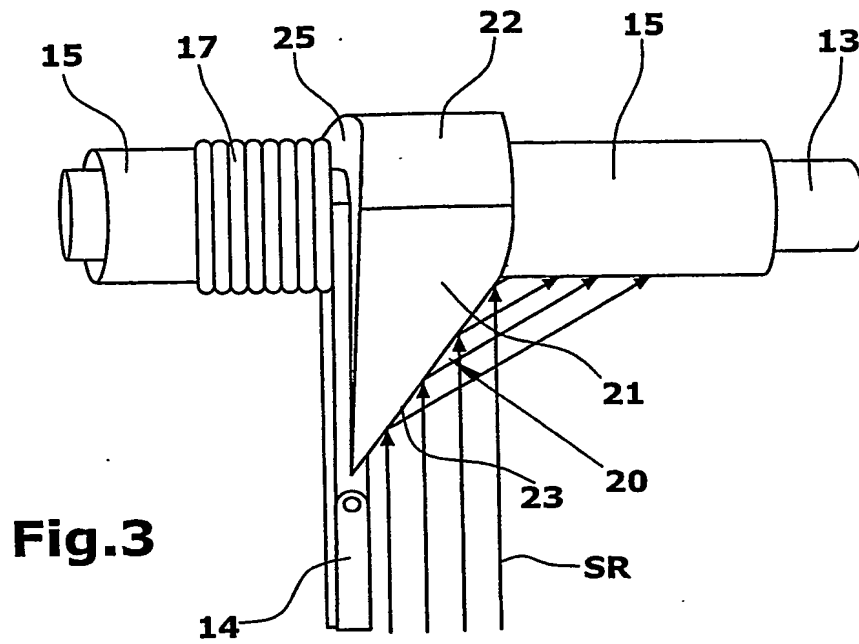


Fig.2



- 3/3 -

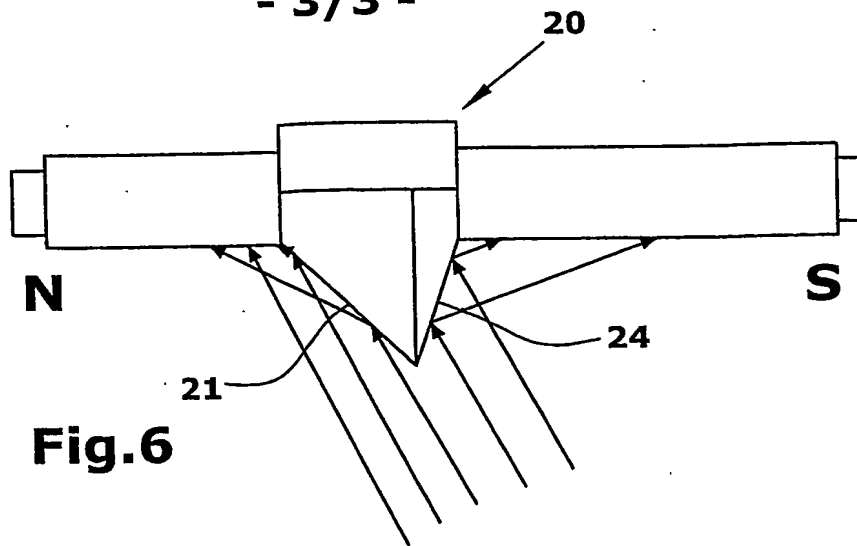


Fig. 6

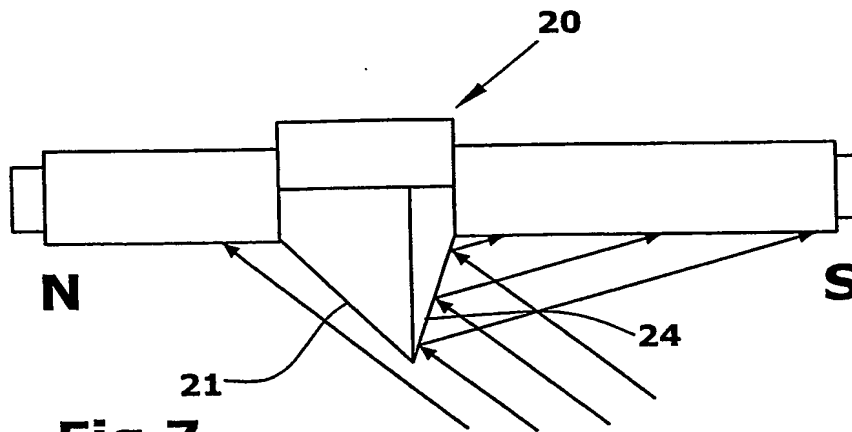


Fig. 7

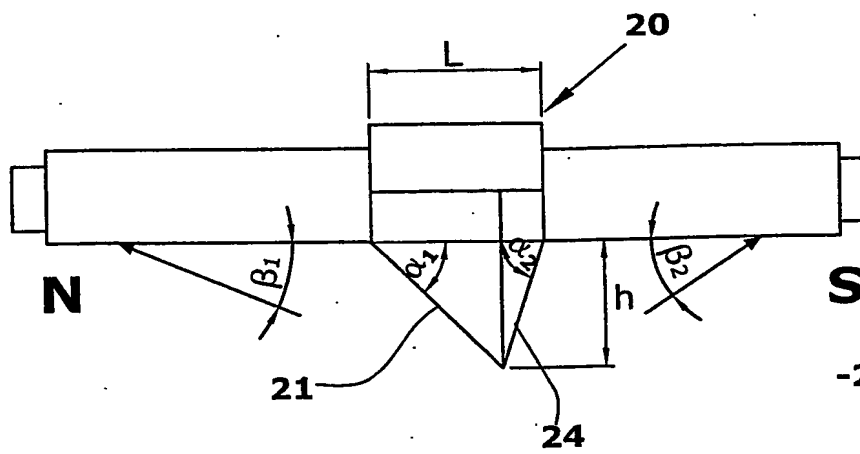
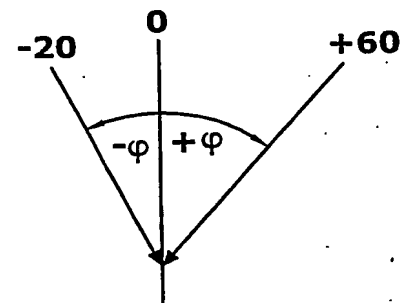


Fig. 8



Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/012493

International filing date: 04 November 2004 (04.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 103 51 474.0
Filing date: 04 November 2003 (04.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 21 March 2005 (21.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.